

明 細 書

エンジンの運転制御装置、それを備えた乗物、エンジンにおける燃焼重心の算出方法、及びエンジンの運転制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、エンジンの運転制御装置、それを備えた乗物、エンジンにおける燃焼重心の算出方法、及びエンジンの運転制御方法に関する。

背景技術

[0002] 火花点火式の内燃機関における点火時期の最適化手法として、シリンダ内のマイナスイオン電流に基づいて点火時期を決定するものが知られている(例えば、特許文献1参照)。特許文献1に開示された手法では、点火直後のシリンダ内に流れるマイナスイオン電流を計測し、マイナスイオン電流の電流値が最大となる点の点火からの時間を計測する。そして、計測された時間とMBT(最大トルクが得られる最小点火進角。Minimum spark advance for Best Torque)の位置との時間差を演算し、演算された時間差を前回の点火時期に加減し、今回の点火時期を決定する。

特許文献1:特開平6-33855号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0003] 上記従来の点火時期の制御は、以下の仮定に基づいていた。すなわち、
- 1) 点火後のマイナスイオン電流のピーク位置は、燃焼圧と相関がある。
 - 2) 点火時期がMBTに適合している運転時には、燃焼圧ピークは上死点後15度である。
 - 3) そのため、マイナスイオン電流のピーク位置が上死点後15度の位置になるように点火時期を調整することにより、点火時期をMBTに適合させることができる。
- [0004] しかしながら、実際には、燃焼圧ピークの位置は運転状態によって変化する。そのため、上記2)は、ある限られた運転領域でしか成立しない仮定である。すなわち、例えば燃焼速度が低下している場合のMBT時には、イオン電流のピーク位置は上死点後15度とはならない。従って、上記制御では、幅広い運転領域において点火時期

をMBTに適合させることはできなかった。

- [0005] 本発明は、上記従来の問題点に鑑みてなされたものであり、たとえトルクや燃焼圧を測定しなくても、例えば点火時期をMBTに適合させる等の制御を実行することができ、燃費の向上、排ガスの低減、またはドライバビリティの向上等を図ることができる装置又は方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0006] 本発明に係るエンジンの運転制御装置は、エンジンの燃焼室内のマイナスイオン電流を計測するイオン電流計測装置と、エンジンのクランク角度を計測するクランク角度計測装置と、クランク角度に対するマイナスイオン電流の増加率が第1所定値以上となる第1クランク角度と、前記増加率が前記第1所定値以上となった後に第2所定値以下となる第2クランク角度と、に基づいてエンジンを制御する制御装置と、を備えたものである。
- [0007] 本発明に係るエンジンにおける燃焼重心の算出方法は、エンジンの燃焼室内のマイナスイオン電流を計測するステップと、エンジンのクランク角度に対するマイナスイオン電流の増加率が第1所定値以上となる第1クランク角度を検出するステップと、前記増加率が前記第1所定値以上となった後に第2所定値以下となる第2クランク角度を検出するステップと、前記第1クランク角度と前記第2クランク角度とから燃焼重心を演算するステップと、を備えた方法である。
- [0008] 本発明に係るエンジンの運転制御方法は、エンジンの燃焼室内のマイナスイオン電流を計測するステップと、エンジンのクランク角度に対するマイナスイオン電流の増加率が第1所定値以上となる第1クランク角度を検出するステップと、前記増加率が前記第1所定値以上となった後に第2所定値以下となる第2クランク角度を検出するステップと、前記第1クランク角度と前記第2クランク角度とに基づいてエンジンを制御するステップと、を備えた方法である。
- [0009] 本発明によれば、マイナスイオン電流の特性曲線におけるマイナスイオン電流の立ち上がり点とピーク点とに基づいて、エンジンの制御が実行され、あるいは燃焼重心が算出される。そのため、マイナスイオン電流のピーク点のみに基づいて上記制御又は算出を行う場合と異なり、運転状態の変化に伴ってピーク点が移動した場合等で

あっても正確な制御又は算出を実行することができる。したがって、トルクや燃焼圧を測定しなくても、点火時期をMBTに適合させる等の制御を、広範な運転領域において実現することが可能となる。

発明の効果

- [0010] 以上のように、本発明によれば、燃焼速度の低下時等を含む幅広い運転状態において、例えば点火時期をMBTに適合させること等が可能となり、燃費の向上、排ガスの低減、またはドライバビリティの向上等を図ることができる。

図面の簡単な説明

- [0011] [図1]実施形態に係る自動二輪車の側面図である。
[図2]エンジンの模式的な構成図である。
[図3]クランク角に対するマイナスイオン電流及び燃焼圧の特性図である。
[図4]クランク角に対するマイナスイオン電流の特性曲線図である。
[図5](a)は熱発生率及び燃焼質量割合の特性曲線図、(b)はマイナスイオン電流の特性曲線図である。
[図6]エンジン回転速度と点火時期及び燃焼重心等との関係を示すグラフである。
[図7]点火時期とトルク及び燃焼重心等との関係を示すグラフである。
[図8]点火時期とトルク及び燃焼重心等との関係を示すグラフである。

符号の説明

- [0012] 1 エンジン
5 燃焼室
14 点火プラグ(イオン電流計測装置)
16 エンジンコントロールユニット(制御装置)
19 クランク角度検出センサ(クランク角度計測装置)
100 自動二輪車(乗物)
B 第1クランク角
C 第2クランク角
G 第3クランク角

発明を実施するための最良の形態

- [0013] 以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。
- [0014] 図1に示すように、本実施形態に係る乗物はエンジン1を搭載した車両であり、具体的には、鞍乗型車両の一種である自動二輪車100である。自動二輪車100は、車両本体101と前輪102と後輪103とを備えている。車両本体101には、空気を取り入れる空気取入口104と、エアクリーナ105と、エンジン1と、マフラー106とが設けられている。空気取入口104とエアクリーナ105とは、吸気ダクト107を介して接続されている。エアクリーナ105とエンジン1とは、吸気管108を介して接続されている。エンジン1とマフラー106とは、排気管109を介して接続されている。
- [0015] エンジン1は、火花点火式の内燃機関であり、本実施形態では、水冷式の4サイクル多気筒タイプの内燃機関である。ただし、エンジン1は空冷式であってもよい。また、エンジン1の気筒数は何ら限定されず、例えば単気筒であってもよい。
- [0016] 図2に示すように、エンジン1は、クランクケース2と、クランクケース2上に固定されたシリンダブロック3と、シリンダブロック3上に固定されたシリンダヘッド4と、シリンダヘッド4上に固定されたヘッドカバー（図示せず）とを備えている。シリンダブロック3の内部にはシリンダボア3aが形成され、シリンダボア3a内にはピストン6が配置されている。ピストン6はコンロッド7に連結され、コンロッド7はクランクケース2内に配置されたクランク軸8に連結されている。
- [0017] シリンダヘッド4のシリンダブロック3側の合面には、凹部4aが形成されている。この凹部4a、ピストン6、及びシリンダボア3aによって、燃焼室5が区画されている。シリンダヘッド4には、凹部4aに開口する吸気弁開口4b及び排気弁開口4cが設けられている。また、シリンダヘッド4には、吸気弁開口4b、排気弁開口4cをそれぞれ開閉する吸気弁9、排気弁10が設けられている。
- [0018] 吸気弁9、排気弁10は、それぞれ吸気カム軸11、排気カム軸12によって開閉駆動される。吸気カム軸11、排気カム軸12には、可変バルブタイミング機構13が接続されている。可変バルブタイミング機構13は、エンジンコントロールユニット（以下、ECUという）16からバルブタイミング制御信号aを受け、吸気カム軸11及び排気カム軸12による吸気弁9及び排気弁10の開閉時期を制御する。

- [0019] シリンダヘッド4には点火プラグ14が挿入されている。点火プラグ14は凹部4aの略中央に配置されており、点火プラグ14の電極は、凹部4aの内表面付近に露出している。この点火プラグ14には点火装置15が接続されている。点火装置15はECU16からの点火時期制御信号bを受け、点火プラグ14によるスパークの発生タイミングを制御する。
- [0020] 本実施形態では、上記点火プラグ14がマイナスイオン電流プローブに兼用されている。点火プラグ14にはバッテリー17のプラス電極17aが接続されており、バッテリー17のマイナス電極17bは、電流計18を介してシリンダヘッド4に接続され、アースされている。これにより、点火プラグ14は常時プラス印加されている。ただし、マイナスイオン電流プローブを別個独立に設けてもよいことは勿論である。
- [0021] エンジン1には、クランク角度検出センサ19と、ノッキングを検出するノック検出センサ20とが設けられている。クランク角度検出センサ19及びノック検出センサ20からの検出信号は、ECU16に入力される。なお、後述するように、ノック検出センサ20によりノッキングの発生が検出されると、ECU16による点火時期制御は制約を受けることとなる。
- [0022] 燃焼室5内に発生するマイナスイオン電流は、燃焼の進行に伴って変化する。すなわち、点火プラグ14が燃焼室5内の混合気に点火を行うと、第一科学作用が活性化し、原子または分子内の電子が、これら電子の衝突等によってエネルギーを受ける。そして、上記原子または分子は、正常の安定状態よりも高いエネルギー状態に移るに十分な発熱を伴う励起状態となる。この励起状態への移行に伴って、紫外線を中心とする化学発光が起こり、プラスイオンが増加する。その結果、これに伴って、燃焼室5内のマイナスイオン電流が増加する。このマイナスイオン電流はイオン電流プローブに兼用された上記点火プラグ14により捕捉され、電流計18の検出値がECU16に入力される。
- [0023] 図3は、クランク角に対するマイナスイオン電流E及び燃焼圧Pの特性曲線を示している。図3に示すように、マイナスイオン電流Eの特性は燃焼圧Pの特性と概ね同じ傾向を示す。そのため、マイナスイオン電流Eは、燃焼圧Pひいては火炎面積あるいは熱発生の変化を表す情報として利用することができる。

- [0024] ところが、燃焼圧Pが最大となるクランク角は、エンジン1の運転状態によって異なってくる。そのため、マイナスイオン電流Eの特性曲線のピーク位置は、エンジン1の運転状態によって変化する(図4参照。なお、図4は説明のための概念図に過ぎず、実際の計測データに基づくものではない)。したがって、マイナスイオン電流Eの特性曲線のピーク位置のみに基づいた制御は、エンジン負荷の変動等に柔軟に対応することができず、幅広い運転状態で適用することはできない。
- [0025] しかしながら、本発明者は、以下の点に思い至った。すなわち、前述したように、例えば点火時期がMBTである場合であっても、エンジン1の運転状態が変わると、マイナスイオン電流Eの特性曲線は変化し(図4の曲線E1及びE2参照)、特性曲線のピーク位置に対応するクランク角の値は変動する。ところが、例えば燃焼重心に対応するクランク角のように、上記特性曲線上の複数の点に対応する複数のクランク角から、運転状態が変わってもほとんど変動しないクランク角を算出することができる。なお、図4における点P0は、そのようなクランク角に対応する点を表している。よって、このようなクランク角に基づいた制御を行うことによって、負荷の変動等に柔軟に対応することができ、トルクや燃焼圧を測定しなくても広範な運転領域で適用可能な制御を実現することができる。
- [0026] 以下、上記制御の具体例について説明する。まず、点火時期をMBTに適合させる運転制御について説明する。
- [0027] 図5(b)は、クランク角に対するマイナスイオン電流Eの変化を表し、図5(a)は、クランク角に対する熱発生率D及び燃焼質量割合Fの変化を示している。図5(b)において、符号Aは点火ポイントに対応するクランク角、符号Bはイオン電流曲線におけるイオン電流の立ち上がり側に位置する任意の点に対応するクランク角(以下、第1クランク角という)、符号Cは上記イオン電流のピーク側に位置する任意の点に対応するクランク角(以下、第2クランク角という)をそれぞれ示す。
- [0028] 図5(a)から分かるように、イオン電流の立ち上がり側の点では、クランク角に対するイオン電流の増加率は、所定値(以下、第1所定値という)未満から当該所定値以上となる。一方、イオン電流のピーク側の点では、上記増加率は上記第1所定値以上となってから所定値(以下、第2所定値という。第2所定値は第1所定値と異なっていて

もよく、第1所定値と等しくてもよい)以下となる。したがって、上記増加率が第1所定値以上となる点を立ち上がり点、上記増加率が第1所定値以上となってから第2所定値以下となる点をピーク点といふことができる。なお、立ち上がり点又はピーク点の実際の特定期間は何ら限定されるものではない。立ち上がり点又はピーク点の特定に際しては、必ずしも上記増加率を算出する必要はなく、例えば、イオン電流の検出値と所定の閾値との大小を比較すること等によって上記立ち上がり点又はピーク点を特定することも可能である。

[0029] 本実施形態では、第1クランク角Bはイオン電流曲線の立ち上がり点に対応するクランク角に設定され、第2クランク角Cはイオン電流曲線のピーク点に対応するクランク角に設定されている。ただし、第1クランク角B、第2クランク角Cは、それぞれ上記立ち上がり点、ピーク点に厳密に一致していなくてもよく、計測の誤差や外乱等によって上記立ち上がり点、ピーク点から若干ずれていてもよい。すなわち、第1クランク角B、第2クランク角Cは、それぞれ実質的に上記立ち上がり点、ピーク点と見なすことのできる点であればよい。

[0030] 図5(a)及び(b)に示すように、燃焼初期と考えられるマイナスイオン電流発生点(第1クランク角Bに対応する位置)は、点火プラグ14の放電後、着火遅れ期間を過ぎた点であり、初期燃焼が始まることによって熱発生が始まる点であると考えられる。その後のピーク位置(第2クランク角Cに対応する位置)は、燃焼時の熱発生が最大となる点であると考えられる。それゆえ、それらの点の中間位置は、燃焼重心に相当するものと推定される。

[0031] そのため、第1クランク角Bと第2クランク角Cとの略中間点は、燃焼重心に対応するクランク角(以下、第3クランク角という)Gと見なすことができる。したがって、第1クランク角B及び第2クランク角Cに基づいて燃焼重心を算出することができる。そして、後述するように、点火時期がMBTである場合、燃焼重心は負荷の変動等があっても大きく変化することがない。そこで、本実施形態では、ECU16は、MBTのときの燃焼重心に対応する所定のクランク角を目標クランク角として予め設定しておき、マイナスイオン電流の計測から求めた第3クランク角が上記目標クランク角と一致するように、点火装置15の点火時期を制御する。

- [0032] なお、点火時期がMBTである場合、燃焼重心は負荷の変動等によって大きく変化することがないので、上記目標クランク角の値は、エンジン1の負荷条件によって変更されないように設定されていてもよい。上記目標クランク角の値は、一定値であってもよい。一方、上記目標クランク角の値は、エンジン1の個体差や経年変化等によって設定変更される値であってもよく、パラメータを含む演算式やテーブル等に基づいて適宜設定変更されてもよい。
- [0033] 図6は、エンジン回転速度と点火時期及び燃焼重心等との関係を示している。なお、燃焼重心は、第1クランク角B及び第2クランク角Cに基づいて算出されたものである。図6において、第1クランク角B、第2クランク角C、第3クランク角Gは、それぞれ「着火角度」、「燃焼終わり」、「燃焼重心」として表されている。A〜Bの区間は着火遅れ区間を表し、B〜Cの区間は燃焼区間を表している。本実施形態では、燃焼重心に対応する目標クランク角は、上死点前約1〜5度として設定されている。そして、第3クランク角Gが上記目標クランク角(上死点前1〜5度)となるように点火時期がフィードバック制御される。
- [0034] 図7は、点火時期とトルク及び燃焼重心等との関係を示している。図7に示すように、トルクは点火時期によって変化し、点火時期がMBTのときに最大となる。一方、点火時期が上死点前側に進角するに伴って、燃焼重心は上死点後の位置から上死点前の位置に移行する。そのため、トルクは、燃焼重心が上死点後の位置から上死点前の位置に移行するにつれて増加し、燃焼重心が上死点前2〜3度程度のときに最大となり、燃焼重心が更に上死点前側に移行するにしたがって減少していく。
- [0035] ここでは、第3クランク角G(燃焼重心に対応するクランク角)が上死点前2〜3度となるように点火時期を制御することにより、点火時期は上死点前35〜36度となり、点火時期がMBTに適合することが判る。
- [0036] 前述したように、本実施形態に係る制御によれば、第3クランク角Gの目標値は、運転状態の変動によって大きく変わることはない。そのため、例えば吸気弁9のリフト量や開閉タイミングを複雑に可変制御する場合や、単純に回転速度やスロットル開度等のエンジン負荷条件を変えたい場合においても、燃焼室5内のマイナスイオン電流を測定して上記制御を用いることによって、点火時期をMBTに容易に適合させる

ことが可能となる。

[0037] 本発明者が行った実験の結果では、例えばある特定の内燃機関におけるある特定の運転状態 x におけるMBTを求めた場合に、燃焼初期のマイナスイオン電流が発生し始める第1クランク角Bは上死点前11度であり、その後のマイナスイオン電流がピークとなる第2クランク角Cは、上死点后9度であった。そして、第2クランク角Cと第1クランク角Bとの差は20度であり、その中心となる第3クランク角Gは第1クランク角Bから遅角側に10度の角度、つまり上死点前1度であった。

[0038] 続いて、上記内燃機関において、負荷条件を変え、第3クランク角Gを測定した。具体的には、スロットル開度を変更し、あるいは回転速度を変えること等によって、負荷条件を変更した。そして、MBT時の第3クランク角(第1クランク角Bと第2クランク角Cとの中間の角度)Gを測定したところ、マイナスイオン電流曲線の立ち上がり点及びピーク点は多様に変化するが、どのような負荷条件下においても、第3クランク角Gは上死点前1度となることが分かった。すなわち、上記内燃機関において、点火時期がMBTとなる第3クランク角Gは、全ての負荷条件下で同じとなることが判明したのである。例えば、それぞれ負荷条件が異なるときのトルク特性等を表す図7と図8とを比較すると、点火時期がMBTに適合するときの第3クランク角Gは、いずれも上死点前約1度であることが分かる。

[0039] このように、ボア/ストロークの比率や連桿比(λ)が同一である場合、エンジン1の回転速度や負荷等が変わると燃焼速度が変わるため、マイナスイオン電流から求めた上記第1クランク角B及び第2クランク角Cは変化する。しかしながら、燃焼重心に対応する第3クランク角Gは、MBTの状態では常に一定のクランク角となるのである。

[0040] 従来は、燃焼圧力から燃焼質量割合を疑似的に換算し、この燃焼質量割合に基づいて熱発生を予測換算していた。この予測換算によれば、MBTのときの熱発生分布は、全体の約30%が上死点前に位置し、残りの約70%が上死点後に位置する分布であると考えられており、燃焼重心は上死点後に位置すると考えられていた。

[0041] しかし、本実施形態に係る燃焼重心の算出方法によれば、燃焼重心は上死点付近、より具体的には上死点前1〜5度となる。この違いは、以下の理由によるものと推定される。すなわち、燃焼時のマイナスイオンの多くは、冷炎及び青炎の励起状態にお

いて発生する。ところが、燃焼圧力より求めている熱発生は、冷炎後及び青炎後の発炎反応、つまり赤外線を中心とする固体放射等のように、振幅遷移の発光の結果として生じるものである。そのため、上記従来の方法では励起状態のことが十分に考慮されず、燃焼圧力から求めた燃焼重心は、本実施形態のようにマイナスイオン電流に基づいて求めた燃焼重心よりも、遅角側にずれることになったと考えられる。

[0042] また、本実施形態に係る制御方法は、従来のように燃焼圧力から燃焼ガスの熱伝導率の瞬時値を予測計算するのではなく、真の燃焼状態における不対電子量であるマイナスイオン電流を計測し、そのマイナスイオン電流に基づいてエンジン1を制御する方法である。そのため、本実施形態によれば、燃焼重心の算出誤差を低減することができ、制御の精度を高めることができる。また、燃焼室5にセンサ等を埋め込むことなく、エンジン1の制御を簡単に行うことができる。

[0043] 本実施形態に係る前記制御は、最大トルクが得られるように点火時期をMBTに適合させる制御であった。しかし、本発明に係る制御は、上記制御に限定される訳ではない。

[0044] 例えば、ノッキングを招くおそれのある運転状態では、上記制御を禁止するか、あるいは第3クランク角Gの目標値を前記実施形態の目標値(MBTに適合するときの目標値)よりも遅角側に設定することによって、ノッキングを未然に回避することができる。もちろん、ノック検出センサ20によってノッキングを検出し、その検出結果によって上記制御を禁止しまたは第3クランク角Gの目標値を上記遅角側に設定することにより、ノッキングを防止するようにしてもよい。

[0045] このマイナスイオン電流による燃焼重心は、吸気に排気ガスを再循環させるEGR状態、希薄空燃比状態、又は成層燃焼状態等における失火が生じる際に大きく変動する。従って、この燃焼重心の単位時間あたりの変動率に基づいて、失火を防止するようにEGR率や空燃比等を制御することも可能である。すなわち、本発明に係る制御は、エンジン1の失火防止制御として実施することもできる。

[0046] 例えば、EGRを行っている場合(なお、EGRを行うための構成は周知であるので、その説明は省略する)に、前述の方法に従って燃焼重心に対応する第3クランク角を算出すると共に、当該第3クランク角の変動率を算出し、当該変動率が大きくなるほ

どEGR率が低下するようにEGR率を制御するようにしてもよい。このことにより、特別な検出センサを付加することなくEGR率を制御することができ、エンジン1の失火を未然に防止することができる。

[0047] また、前述の方法に従って燃焼重心に対応する第3クランク角を算出すると共に、当該第3クランク角の変動率を算出し、当該変動率が大きくなるほどエンジン1の吸気弁9及び排気弁10のオーバーラップ期間が減少するように吸気弁9及び排気弁10の開閉時期を制御するようにしてもよい。このことにより、特別な検出センサを付加することなくバルブタイミングを制御することができ、エンジン1の失火を未然に防止することができる。

[0048] 以上のように、前記実施形態によれば、燃焼速度の低下時等を含む幅広い運転状態において、例えば点火時期をMBTに適合させること等が可能となり、燃費の向上、排ガスの低減、またはドライバビリティの向上等を図ることができる。吸気バルブのリフト量や開閉タイミングを複雑に可変制御する可変バルブタイミング機構を備えた場合や、単純に回転速度やスロットル開度等のエンジン負荷条件を変える場合においても、例えば点火時期をMBTに適合させることができ、最適又は好適な燃焼状態を実現することができる。また、燃焼重心がMBTより遅角側に適合するように点火時期を制御することとすれば、ノッキングを防止することができ、また、排気ガス成分のうち特にNO_xの発生量を軽減することができる。

[0049] なお、前記実施形態に係る燃焼重心の算出及び運転制御では、クランク角度検出センサ19によってクランク角を検出し、当該クランク角に対するマイナスイオン電流の特性に基づいて算出及び制御を行っていた。しかし、本発明でいうところの「クランク角」は、燃焼の進行過程を表すパラメータを意味しているに過ぎず、技術的にクランク角と等価と見なせるパラメータ(例えば、点火からの経過時間等)も、ここでいう「クランク角」と見なすことができる。そのようなパラメータには、クランク角と1対1の対応関係があるからである。したがって、例えば、マイナスイオン電流の立ち上がり点を実際のクランク角に基づいて特定し、ピーク点を実際のクランク角以外のパラメータ(例えば経過時間)に基づいて特定すること等も可能である。

[0050] 前記実施形態に係るエンジン1の運転制御装置は、自動二輪車100に搭載された

ものであった。しかしながら、本発明に係るエンジンの運転制御装置は、乗物に搭載されるものに限定される訳ではない。例えば、前記運転制御装置をエンジンの試験装置、性能評価装置、又は適合ツール等に設けることも可能である。

産業上の利用可能性

[0051] 以上のように、本発明は、例えば自動二輪車等の乗物、当該乗物のエンジンの制御等について有用である。

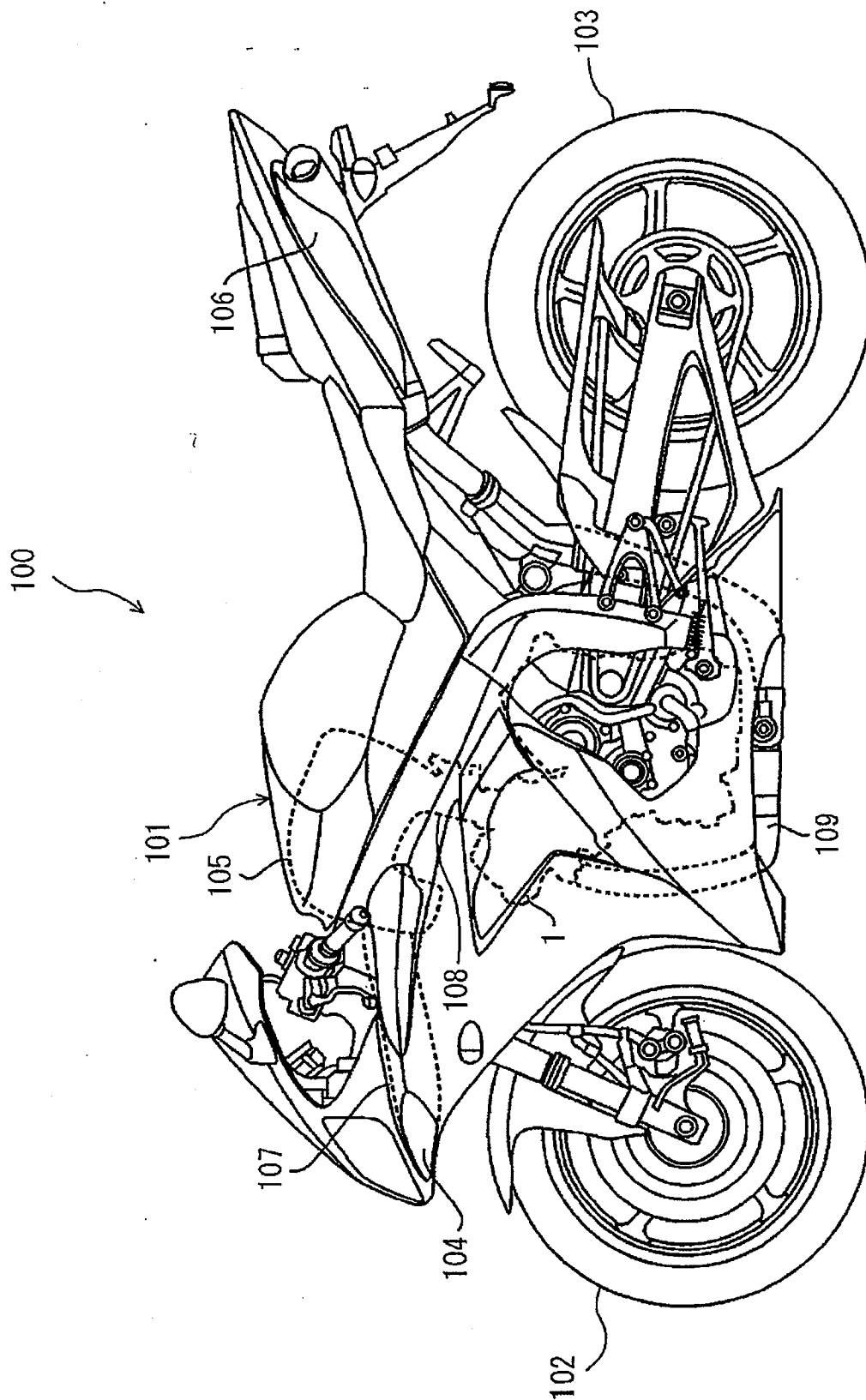
請求の範囲

- [1] エンジンの燃焼室内のマイナスイオン電流を計測するイオン電流計測装置と、
エンジンのクランク角度を計測するクランク角度計測装置と、
クランク角度に対するマイナスイオン電流の増加率が第1所定値以上となる第1クランク角度と、前記増加率が前記第1所定値以上となった後に第2所定値以下となる第2クランク角度と、に基づいてエンジンを制御する制御装置と、
を備えたエンジンの運転制御装置。
- [2] 前記第1クランク角度は、クランク角度に対するマイナスイオン電流の変化を示すマイナスイオン電流曲線におけるマイナスイオン電流の立ち上がり点に対応するクランク角度であり、
前記第2クランク角度は、前記マイナスイオン電流曲線におけるマイナスイオン電流のピーク点に対応するクランク角度である、請求項1に記載のエンジンの運転制御装置。
- [3] 前記制御装置は、前記第1クランク角度と前記第2クランク角度とから燃焼重心に対応する第3クランク角度を算出し、前記第3クランク角度が所定の目標クランク角度になるようにエンジンの点火時期を制御する、請求項2に記載のエンジンの運転制御装置。
- [4] 前記目標クランク角度は、エンジンの負荷条件によって変更されないように設定されている、請求項3に記載のエンジンの運転制御装置。
- [5] 前記目標クランク角度は、MBTに対応する所定クランク角度に設定されている、請求項3に記載のエンジンの運転制御装置。
- [6] 前記目標クランク角度は、MBTより遅角側の所定クランク角度に設定されている、請求項3に記載のエンジンの運転制御装置。
- [7] 前記制御装置は、前記第1クランク角度と前記第2クランク角度とから、燃焼重心に対応する第3クランク角度の変動率を算出し、前記変動率が大きくなるほど前記エンジンのEGR率が低下するように前記エンジンのEGR率を制御する、請求項2に記載のエンジンの運転制御装置。
- [8] 前記制御装置は、前記第1クランク角度と前記第2クランク角度とから、燃焼重心に

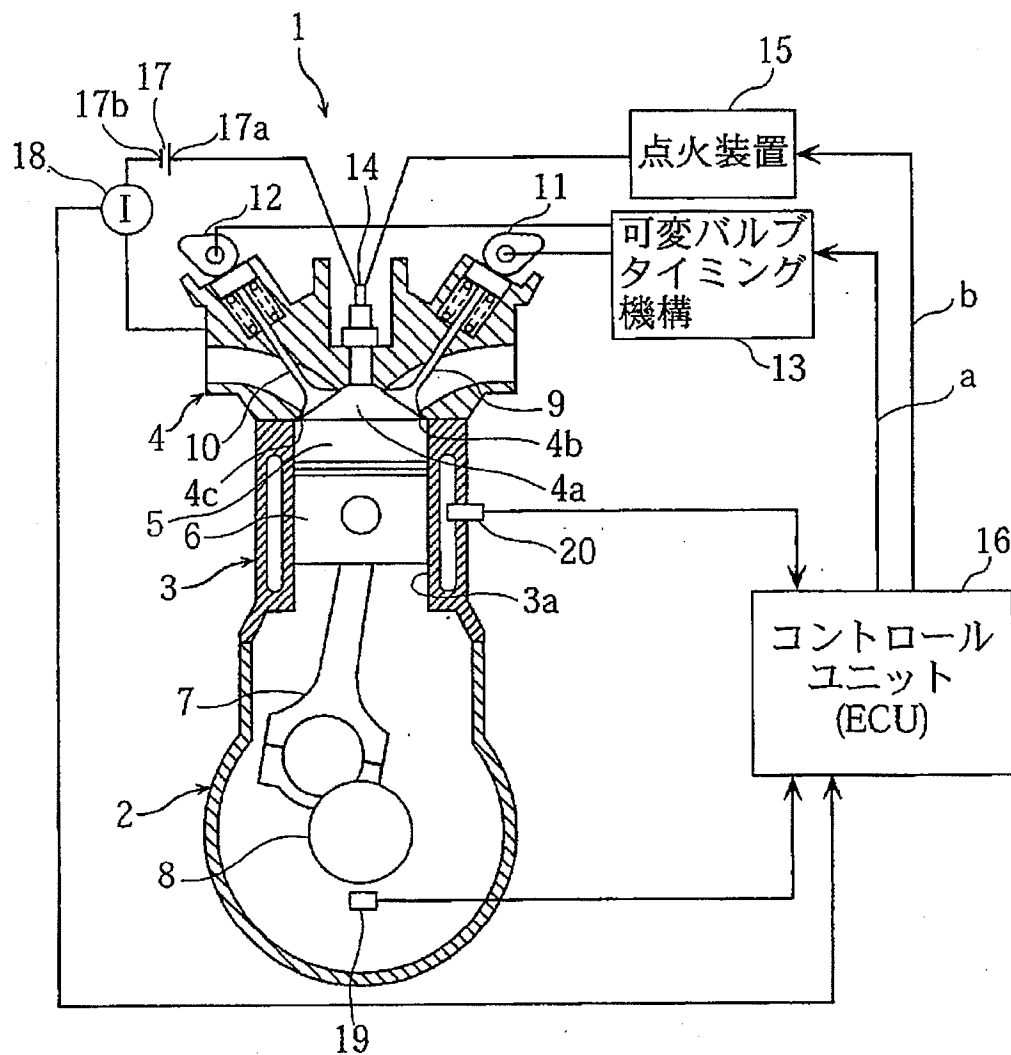
対応する第3クランク角度の変動率を算出し、前記変動率が大きくなるほど前記エンジンの吸気バルブ及び排気バルブのオーバーラップ期間が減少するように前記吸気バルブ及び前記排気バルブの開閉時期を制御する、請求項2に記載のエンジンの運転制御装置。

- [9] エンジンと、請求項1-8のいずれか一つに記載のエンジンの運転制御装置と、を備えた乗物。
- [10] エンジンの燃焼室内のマイナスイオン電流を計測するステップと、
エンジンのクランク角度に対するマイナスイオン電流の増加率が第1所定値以上となる第1クランク角度を検出するステップと、
前記増加率が前記第1所定値以上となった後に第2所定値以下となる第2クランク角度を検出するステップと、
前記第1クランク角度と前記第2クランク角度とから燃焼重心を演算するステップと、
を備えたエンジンにおける燃焼重心の算出方法。
- [11] エンジンの燃焼室内のマイナスイオン電流を計測するステップと、
エンジンのクランク角度に対するマイナスイオン電流の増加率が第1所定値以上となる第1クランク角度を検出するステップと、
前記増加率が前記第1所定値以上となった後に第2所定値以下となる第2クランク角度を検出するステップと、
前記第1クランク角度と前記第2クランク角度とに基づいてエンジンを制御するステップと、
を備えたエンジンの運転制御方法。
- [12] 前記エンジンを制御するステップは、
前記第1クランク角度と前記第2クランク角度とに基づいて、燃焼重心に対応する第3クランク角度を演算するステップと、
前記第3クランク角度が所定の目標クランク角度になるようにエンジンの点火時期を制御するステップと、
を含む、請求項11に記載のエンジンの運転制御方法。

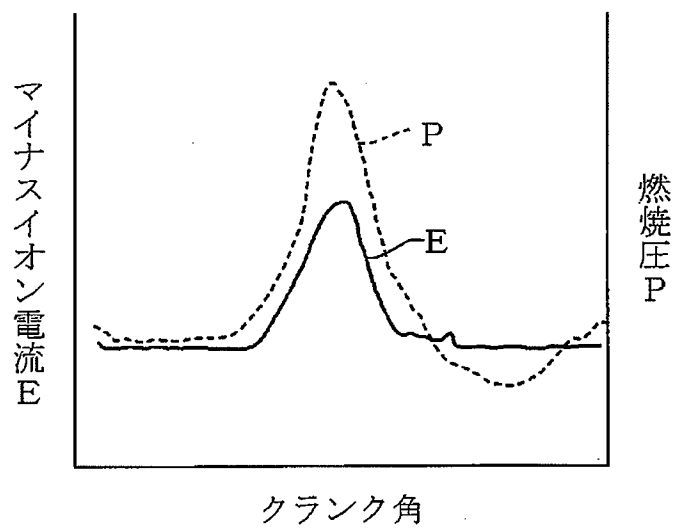
[図1]



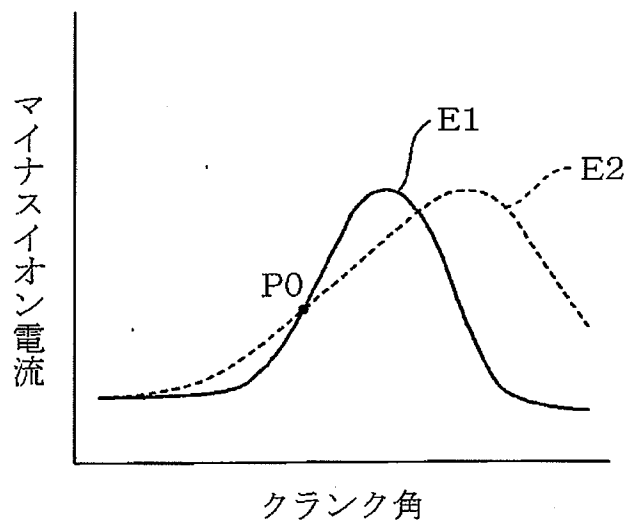
[図2]



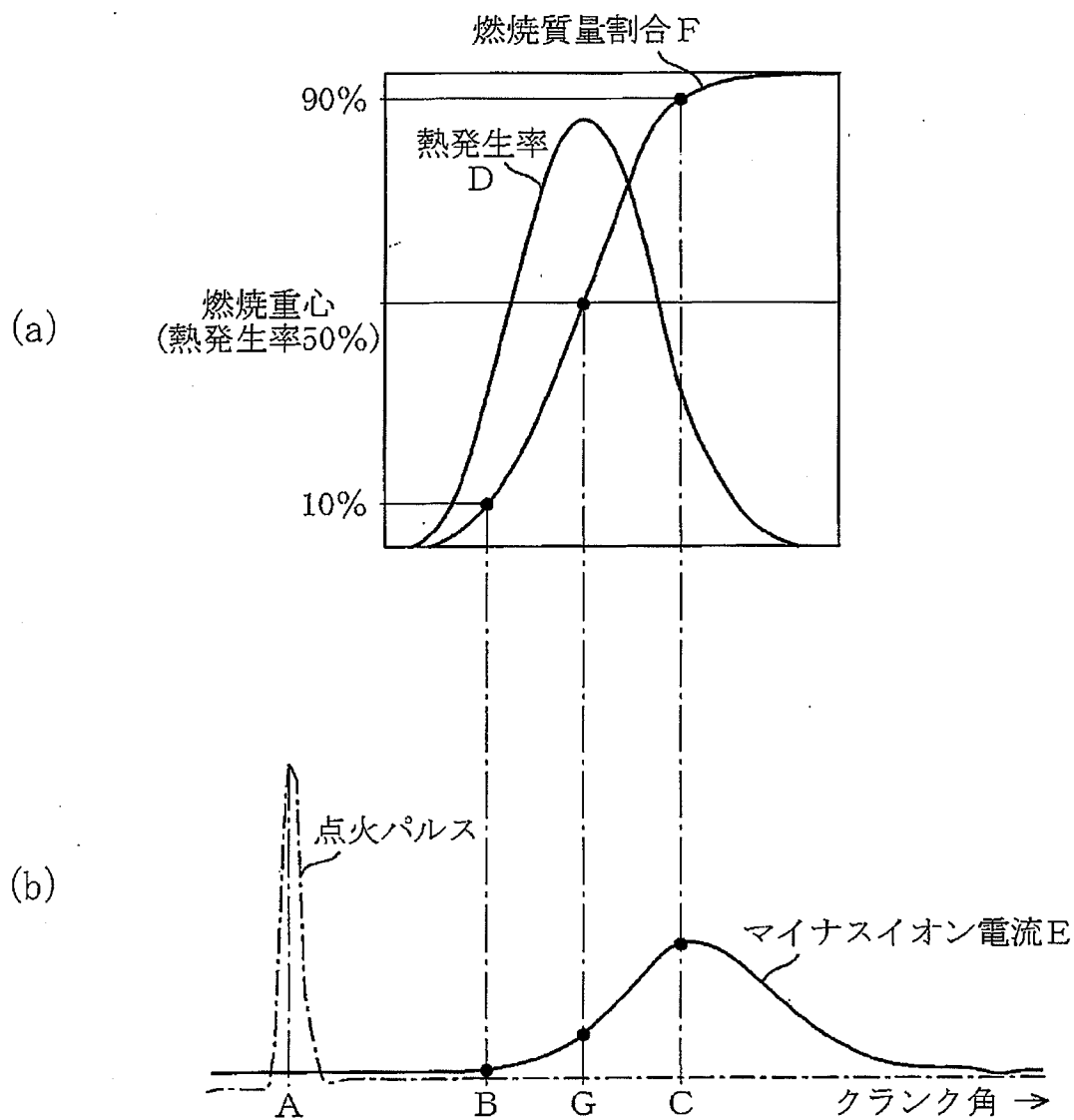
[図3]



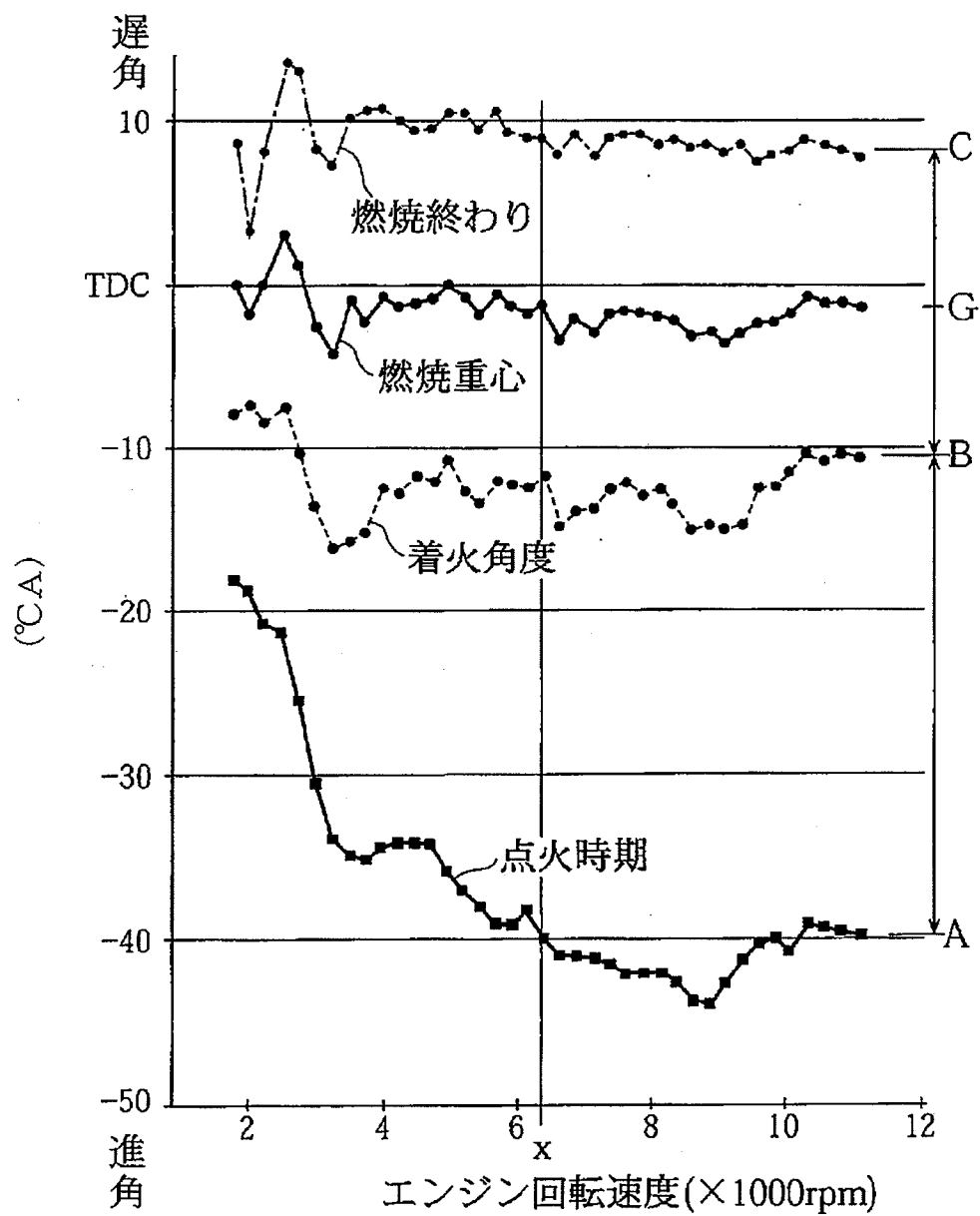
[図4]



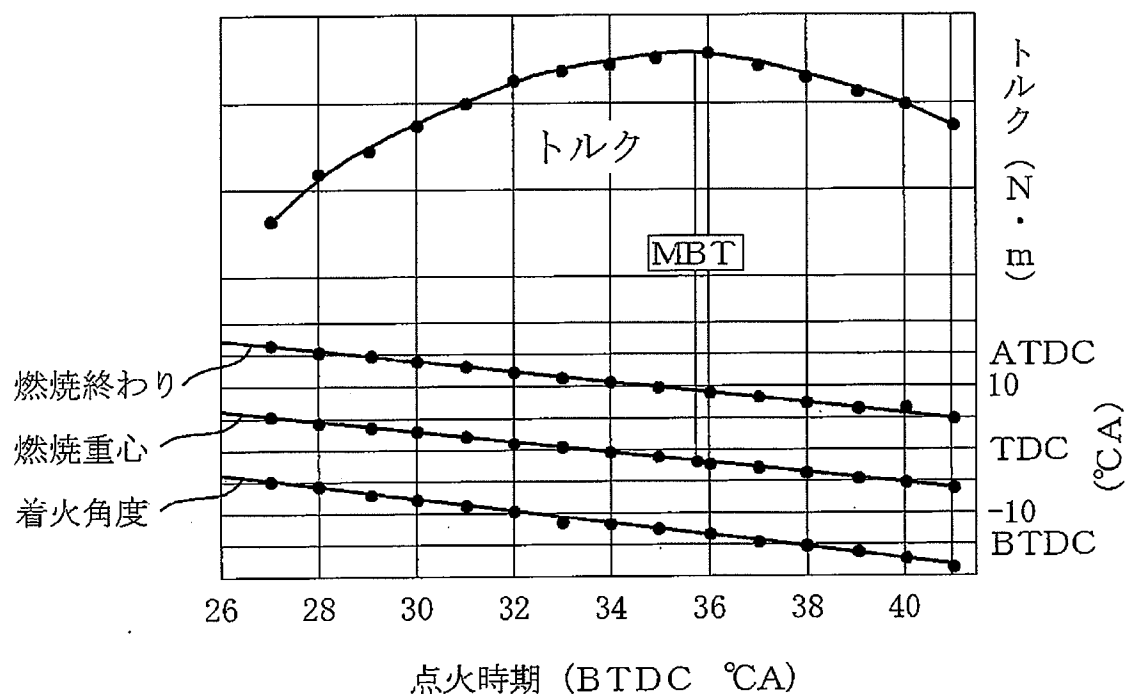
[図5]



[図6]



[図7]



[図8]

